

ESTABILIDADE DA PERFORMANCE E FACTORES DETERMINANTES EM NADADORES JOVENS COM RECURSO À ANÁLISE DE CLUSTERS

Jorge E Morais^{1,6}, Pedro Forte¹, Mário J Costa^{2,6}, Mário Marques^{3,6}, Daniel A Marinho^{3,6}, António J Silva^{4,6}, Tiago M Barbosa^{5,6}

¹Instituto Politécnico de Bragança, ²Instituto Politécnico da Guarda, ³Universidade da Beira Interior, ⁴Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, ⁵Nanyang Technological University, ⁶Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano

INTRODUÇÃO

A identificação dos factores determinantes da performance e a forma como variam ao longo do tempo (p.e. durante uma época desportiva) é de enorme relevância para a periodização e personalização do treino. A performance de nadadores jovens é influenciada por processos de crescimento e maturação (Morais et al., 2013). Estes processos podem promover alterações no seu comportamento biomecânico influenciando desta forma a sua performance. Mais ainda, os nadadores jovens estão expostos a diferentes ritmos de desenvolvimento, demonstrando uma forma individual de progressão (Durand-Bush e Salmela, 2002). A Natação Pura Desportiva é um fenómeno multidisciplinar onde diversos factores/domínios interagem. Provavelmente, a contribuição parcial de cada factor e/ou domínio para a performance vai-se alterando ao longo do tempo. Estudos longitudinais permitem compreender as alterações da performance e dos seus factores determinantes. A análise de clusters é um procedimento que permite identificar grupos homogéneos de sujeitos (Rein et al., 2010), podendo ser uma abordagem útil para identificar e classificar os factores determinantes dos nadadores jovens em diferentes momentos de uma época desportiva. Para além disso, a alteração de um nadador de um cluster para outro pode explicar a estabilidade do nadador, uma possível alteração no seu nível competitivo e qual a razão determinante dessa alteração. O objectivo deste estudo foi analisar a estabilidade da performance e dos seus factores determinantes em nadadores jovens ao longo de uma época desportiva.

MÉTODOS

Foram avaliados 33 (15 rapazes e 18 raparigas) nadadores jovens (11.8 ± 0.7 anos) participantes regulares em competições de nível regional e nacional. Treinadores e/ou pais e também os nadadores deram o seu consentimento para a participação dos mesmos neste estudo.

Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comité Científico Institucional e realizados de acordo com a Declaração de Helsínquia nos que diz respeito à pesquisa em seres humanos.

Foi realizado um estudo longitudinal com 3 momentos de avaliação (Mi) durante uma época desportiva coincidentes com as competições mais importantes. Os nadadores foram avaliados em: (i) Outubro (M1, primeira competição da temporada); (ii) Março (M2, a competição principal de Inverno) e; (iii) Junho (M3, principal competição de Verão).

Performance

A performance foi avaliada através das competições oficiais dos 100m livres em piscina curta (i.e. 25m). Foi aplicado o intervalo de tempo no máximo de 15 dias entre a recolha de dados e a avaliação da performance.

Antropometria

A envergadura (ENV) foi medida com os nadadores na posição vertical, com os membros superiores em adução lateral a 90° e os dedos completamente estendidos. A distância entre o terceiro dedo de cada mão foi medida com uma fita flexível (RossCraft, Canadá) (ICC=0.98).

O perímetro peitoral (PP) foi medido com uma fita antropométrica flexível (RossCraft, Canadá), com o nadador a simular a posição hidrodinâmica no meio terrestre (ICC=0.99).

Cinemática

Cada nadador realizou três percursos máximos de 25m no estilo de Crol e a média foi utilizada para análise. O cabo de um velocímetro (Swim Speedometer, Swimsportec, Hildesheim, Alemanha) foi acoplado à cintura do nadador. Os dados foram exportados para um software de processamento de sinal (AcqKnowledge v3.5, Biopac Systems, Santa Barbara, EUA) e filtrados a 5Hz com o filtro Butterworth. A velocidade (v , $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) foi calculada nos 15m intermediários através da equação $v=d/t$. A distância de ciclo (DC, m) foi calculada dividindo a v pela frequência gestual (FG) $DC=v/FG$ (Craig e Pendergast, 1979). A FG ($\text{ciclos}\cdot\text{min}^{-1}$) foi medida por dois avaliadores com um crono-frequencímetro (base 3) e em seguida convertido em Hz. A flutuação intracíclica da velocidade (dv , adimensional) foi calculada com o coeficiente de variação ($dv=CV=\text{desvio padrão}/\text{média}$) (Barbosa et al., 2010).

Hidrodinâmica

Cada nadador realizou 2 percursos máximos de 25m no estilo de Crol. Um percurso com e outro sem um objecto hidrodinâmico acoplado (Kolmogorov e Duplisheva, 1992). A velocidade de nado foi avaliada entre os 11m e os 24m. O tempo foi medido com um cronómetro manual (Golfinho Sports MC 815, Aveiro, Portugal) por dois avaliadores (ICC=0.96). Os avaliadores seguiram o nadador para uma ter uma boa linha de visão aquando da passagem pelas duas marcas. O C_{Da} foi calculado pela equação (Kolmogorov e Duplisheva, 1992):

$$C_{Da} = \frac{2 \cdot D_a}{\rho \cdot S \cdot v^2} \quad (1)$$

Em que D_a é o arrasto activo (N), ρ é a densidade da água (assumindo ser $1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$), v é a velocidade de nado ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) e S é a área de secção transversa do tronco (in cm^2).

Eficiência

As variáveis de eficiência de nado foram estimadas a partir dos dados cinemáticos. O índice de nado (IN, $\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$) foi calculado como o produto de DC e v ($IN=DC \cdot v$) (Costill et al., 1985). A eficiência propulsiva (η_p , %) foi também calculada, utilizando a v , a FG e a distância entre o acrómio e a ponta do terceiro dedo (m) (Zamparo et al., 2006):

$$\eta_p = \left[\left(\frac{v \cdot 0.9}{2\pi \cdot FG \cdot l} \right) \cdot \frac{2}{\pi} \right] \cdot 100 \quad (2)$$

Em que η_p é a eficiência propulsiva (%), v é a velocidade de nado ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), FG é a frequência gestual (Hz) e l é a distância entre o acrómio e a ponta do 3º dedo (m).

Procedimentos Estatísticos

Os testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene foram utilizados para analisar a normalidade e a homocedasticidade, respectivamente. A média, um desvio-padrão, o valor mínimo e máximo foram calculados. Foram utilizadas duas abordagens de clusters: (i) a análise de agrupamento hierárquico (Ward-linkage) e; (ii) não hierárquica (k –Means). Foram calculados os valores estandardizados (z) de todas as variáveis para comparar os conjuntos de dados com diferentes unidades e/ou magnitudes. A ANOVA foi utilizada para identificar as variáveis com maior influência em cada cluster e a análise discriminante para validar os clusters ($P<0.05$). As alterações dos nadadores entre clusters foram avaliadas por tabulação cruzada entre os diferentes momentos através do cálculo da proporção de nadadores que permaneceram no mesmo cluster entre cada par de momentos, e consequentemente a proporção de nadadores que mudou de cluster. Foi ainda calculado o efeito prático através do eta quadrado (η^2).

RESULTADOS

A solução de três clusters foi a que permitiu uma interpretação mais estável para os 3 momentos de avaliação. O IN, a v e a DC foram as variáveis com os efeitos mais altos (ou seja, $\eta^2 > 0.64$ e $F > 25.2$) entre as soluções de cluster de todos os momentos. O cluster 1 foi caracterizado por um elevado PP, ENV e IN (M1), PP e ENV (M2), ENV, IN e v (M3). O cluster 1 também foi caracterizado por incluir em todos os momentos os nadadores mais rápidos. O cluster 2 foi caracterizado por elevado C_{Da} (M1), IN, η_p e v (M2), PP e ENV (M3). O cluster 2 foi caracterizado por incluir os nadadores intermédios em todos os momentos. O cluster 3 foi caracterizado por elevada dv (M1 e M2) e η_p (M3). O cluster 3 também foi caracterizado por incluir os nadadores mais lentos em todos os momentos. Através da análise discriminante observou-se que 100%, 94% e 85% dos grupos originais foram correctamente classificados em M1, M2 e M3, respectivamente.

O cluster 3 (nadadores mais lentos) foi o que apresentou a maior estabilidade ao longo da época desportiva (70.6% a 75% dos nadadores mantiveram-se no cluster, em M2 vs M3 e M1 vs M2, assim como em M1 vs M3, respectivamente). Seguido do cluster 1 (nadadores mais rápidos) (entre 46.1% em M1 vs M3 e 61.5% em M1 vs M2). O cluster 2 (nadadores intermédios) foi o menos estável (entre 0% em M2 vs M3 e 25% em M1 vs M2). De uma forma geral, parece que houve uma estabilidade moderada nas alterações dos nadadores entre clusters, com os 2 clusters mais numerosos a apresentarem uma estabilidade entre 45 e 75%.

DISCUSSÃO

O objectivo deste estudo foi classificar e analisar a estabilidade da performance e dos factores determinantes de nadadores jovens durante uma época desportiva através da análise de clusters. Esta metodologia permite avaliar de forma simples e informativa as alterações que nadadores jovens sofrem ao longo do tempo. Os nadadores do cluster 1 (mais rápidos) foram caracterizados por parâmetros antropométricos e cinemáticos mais elevados.

A análise de clusters visa encontrar tendências semelhantes dentro de um conjunto de dados (neste caso: nadadores jovens). Os elementos incluídos no mesmo cluster são altamente semelhantes entre si, enquanto os outros clusters são tão diferentes quanto possível (Rein et al., 2010). O cluster 1 caracterizou-se pela performance mais elevada, assim como a ENV e PP mais elevados, e consequentemente a v e IN. A performance de nadadores jovens está altamente relacionada com características antropométricas e cinemáticas (Morais et al., 2013). O cluster 2 relacionou-se com um conjunto de variáveis de diferentes domínios (antropométricos, cinemáticos, hidrodinâmicos e de eficiência) justificando assim o aumento da performance e enfatizando a multidisciplinaridade da modalidade. O cluster 3 (nadadores mais lentos) relacionou-se com baixa performance e dv elevada. Há evidências que mostram que uma dv elevada está relacionada com um aumento do custo energético e desta forma prejudicando a sua performance (Barbosa et al., 2010).

Nos três clusters, a maioria das variáveis aumentaram (i.e. melhoraram) entre M1 e M3. Apesar, da performance ter melhorado ao longo da época desportiva, vários factores determinantes não revelaram a mesma tendência (nomeadamente os indicadores cinemáticos e de eficiência). Assim, parece que diferentes factores determinantes desempenham um papel importante na contribuição para o aumento da performance em momentos diferentes. Isso pode estar relacionado com o modelo de periodização projectado. A competição infanto-juvenil é delineada através de modelos de periodização clássicos. Tais modelos são baseados em um ou dois grandes picos de performance por época desportiva, sendo um deles a competição principal. Provavelmente, porque a competição principal vem no final da época, os treinadores podem considerar que os nadadores não precisam estar na sua melhor forma num momento intermédio, ou pelo menos, eles podem utilizar mais um determinado conjunto de factores determinantes para melhorar seu desempenho.

Foi observada uma estabilidade moderada (alteração moderada dos nadadores entre clusters) durante a época. O cluster 1 (nadadores mais rápidos) apresentou uma estabilidade moderada (entre 46.1% e 61.5%, diminuiu de 13 para 6 nadadores). O cluster 2 (nadadores intermédios) apresentou uma estabilidade baixa a moderada (entre 0 % e 25 %, diminuiu de 12 para 9 nadadores). No geral, a adesão dos nadadores mais rápidos e intermédios diminuiu ao longo da época. O cluster 3 (nadadores mais lentos) apresentou uma elevada estabilidade (entre 70.6% e 75%, aumento da adesão de 8 para 18 nadadores). Este aumento do número de nadadores no cluster 3 está relacionado com a incapacidade de alguns nadadores dos clusters 1 e 2 não conseguirem manter seus os níveis de performance, apesar de todos terem aumentado a sua performance do início até ao final da época. Desta forma, em M3 verificou-se uma selecção em forma de pirâmide com os nadadores mais lentos na base (cluster 3, N=18), na zona intermédia os nadadores intermédios (cluster 2, N=9) e na parte superior os nadadores mais rápidos (cluster 1, N=6). Este procedimento permite a técnicos e analistas desportivos ter uma visão sobre a percentagem de diminuição de nadadores num dado patamar, ou a probabilidade de alterações ao longo de uma época desportiva. Conclui-se que a análise de clusters é um método simples e informativo para identificar os factores determinantes para o aumento da performance em nadadores jovens, assim como avaliar a tendência em determinados nadadores em permanecerem ou modificarem de nível competitivo.

BIBLIOGRAFIA

- Barbosa TM, Bragada JA, Reis VM, Marinho DA, Carvalho C, Silva AJ. Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: updating the state of the art. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2010, 13, 262-269.
- Costill DL, Kowaleski J, Porter D, Kirwan R, Fielding R, King D. Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. *International Journal of Sports Medicine*, 1985, 6, 266-270.
- Craig A, Pendergast D. Relationships of stroke rate, distance per stroke and velocity in competitive swimming. *Medicine and Science in Sports*, 1979, 11, 278-283.
- Durand-Bush N, Salmela J. The development and maintenance of expert athletic performance: perceptions of World and Olympic champions. *Journal of Applied Sport Psychology*, 2002, 14, 154-171.
- Kolmogorov S, Duplisheva O. Active drag, useful mechanical power output and hydrodynamic force in different swimming strokes at maximal velocity. *Journal of Biomechanics*, 1992, 25, 311-318.
- Morais JE, Saavedra JM, Costa MJ, Silva AJ, Marinho DA, Barbosa TM. Tracking young talented swimmers: follow-up of performance and its biomechanical determinant factors. *Acta Bioengineering Biomechanics*, 2013, 15, 129-138.
- Rein R, Button C, Davids K, Summers J. Cluster analysis of movement pattern dynamics in multi-articular actions. *Motor Control*, 2010, 14, 211-239.
- Zamparo P. Effects of age and gender on the propelling efficiency of the arm stroke. *European Journal of Applied Physiology*, 2006, 97, 52-58.